

### **Заключение**

В результате работы можно сделать следующие выводы

1. Колесные тракторы с традиционной компоновкой ходовых систем производят на почву чрезмерное давление. Для уменьшения давления рекомендуется компоновка ходовых систем с тандем-колесами и со сдвоенными шинами.
2. Глубина следа у тандем-колес меньше, чем глубина следа у сдвоенных шин. Однако плотность почвы в следах сдвоенных колес меньше, чем у тандем-колес, что объясняется большей глубиной проникновения уплотнения.
3. Сопротивление качению у тандем-колес меньше чем у сдвоенных шин.

### **Литература**

1. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства/ Г.М.Кутьков. - М.: Колос, 2004.-504 с.
2. Перспективные мобильные энергетические средства для сельскохозяйственного производства // В.В.Кацыгин [и др.]; под общей редакцией В.В. Кацыгина. - Минск: Наука и техника, 1982.-272 с.
3. Техника сельскохозяйственная мобильная: ГОСТ 26953-86. - Введен впервые 14.07.86. - М.: Издательство стандартов. Методы определения воздействия движителей на почву, 1986. 4 с.
4. Орда, А.Н. Уплотнение почвы под действием ходовых систем / А.Н. Орда, А.Б. Селеша // Агропанорама - №1/2007. - с.13-16.
5. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / А.Н. Орда. - Минск, 1997. - 269 с.
6. Шило, И.Н. Энергетическая эффективность многоосных движителей машинно-тракторных агрегатов / И.Н. Шило, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.Б. Селеша // Торф в решении проблем энергетики, сельского хозяйства и экологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 29 мая - 2 июня 2006 г. / НАН-Б. - Минск, 2006. - с. 79-81.

---

УДК 631. 43

## **СНИЖЕНИЕ УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ НА ПОЧВУ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННЫХ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ АГРЕГАТОВ**

*Орда А.Н., Шкляревич В.А., Мурин А. П. (БГАТУ)*

*Рассмотрены пути снижения площади уплотнения поля ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов, показаны преимущества использования комбинированных широкозахватных агрегатов для снижения уплотняющего воздействия их ходовых систем на почву.*

### **Введение**

Анализ существующих технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур показывает, что число выполняемых операций колеблется от 10 до 25. Такие операции, как лущение стерни, внесение органических и минеральных удобрений, вспашка почвы, ее выравнивание, культивация, боронование, посев, уход за посевами и уборка урожая осуществляются раздельно и к тому же некоторые из них многократно. Машинно-тракторные агрегаты, выполняющие эти операции, отличаются количественным составом, типами сельскохозяйственных машин, способами агрегатирования, что и определяет разницу в ширине их захвата. Все это приводит к тому, что при многократных циклических движениях агрегатов по полю после каждого прохода оно покрывается уплотненными полосами, суммарная площадь которых может приближаться или даже превышать саму

площадь поля.

Степень воздействия сельскохозяйственной техники на почву определяется полевой культурой, физико-химическими свойствами, количеством выполняемых операций, их повторностью и типом трактора. Выбор последнего зависит от вида работы, размера поля, удельного сопротивления почвы и других факторов. В свою очередь, тип трактора предопределяет ширину захвата агрегатов, а следовательно, и число его проходов по полю.

Одним из путей сокращения уплотнения ходовыми системами трактора является использование комбинированных широкозахватных агрегатов для совмещения нескольких технологических операций.

### Основная часть

При многократных проходах по полю тяжелых энергонасыщенных тракторов в составе с сельскохозяйственными машинами наряду с уплотнением почвы и разрушением ее структуры отмечается снижение количества эрозионно устойчивых агрегатов. Поэтому сокращение проходов тракторов обеспечивает и сохранность эрозионной устойчивости.

Рассмотрим один из путей сокращения числа проходов тракторов по полю. Приведем баланс мощности трактора (%) [1]:

Индикаторная мощность двигателя трактора	100
Потери мощности в двигателе	10
Агрегаты трактора (гидронасос)	4,5
Потери в трансмиссии	11
Мощность на перекачивание трактора и буксование движителей	15 - 37
Мощность, предназначенная на выполнение технологических операций	37 - 59,5

Как видно, на деформацию почвы (мощности, затрачиваемые на перекачивание трактора  $N_f$  и буксование ведущих колес  $N_\delta$ ) расходуется до 37 % всей развиваемой двигателем трактора мощности. Это почти эквивалентно мощности, затрачиваемой на выполнение технологического процесса.

Введем отношение мощности, затрачиваемой на деформацию почвы ( $N_f + N_\delta$ ), к мощности, используемой на агрегатирование сельскохозяйственной машины ( $N_T$ ), через коэффициент  $\tilde{k}$ . Пусть на выполнение всех  $i$  технологических операций, необходимых для возделывания сельскохозяйственной культуры, следует произвести суммарную работу  $A = A_1 + A_2 + \dots + A_i + \dots + A_n$ , где  $A_i$  — работа, выполненная сельскохозяйственной машиной на  $i$ -ой операции. Если каждая операция будет выполняться с коэффициентом использования тяговой мощности  $\eta_{Ti}$ , то суммарная работа на деформацию почвы за все время производства сельскохозяйственной культуры составит [2]:

$$A_{(f+\delta)} = \sum_1^n \frac{A_i \tilde{k}_i}{\eta_{Ti}}. \quad (1)$$

Следовательно, любая недогрузка двигателя трактора в ходе выполнения технологических операций (т. е. неполное использование крутящей мощности трактора  $N_T$ ) всегда будет вести к увеличению энергии, затрачиваемой на уплотнение почвы и разрушение ее структуры. Поэтому для снижения работы на деформацию почвы ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов при выполнении технологической операции необходимо выбирать состав и режимы работы машинно-тракторного агрегата таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная загрузка двигателя трактора  $N_T$  и повышался коэффициент использования тяговой мощности  $\eta_{Ti}$ .

Повысить коэффициент использования тяговой мощности  $\eta_{Ti}$  можно следующими двумя способами. Первый способ — это увеличение скорости движения трактора при

выполнении технологической операции. Однако, здесь следует отметить, что увеличение скорости движения трактора всегда ведет к увеличению мощности, затрачиваемой на передвижение трактора и сельскохозяйственной машины, агрегируемой с ним, т. е. ведет к увеличению  $N_f$ .

Второй способ увеличения  $\eta_{Ti}$  — увеличение ширины захвата машинно-тракторного агрегата и совмещение операций, выполняемых агрегатом за один проход трактора по полю. Реализацией этого способа является использование комбинированных широкозахватных агрегатов для совмещения нескольких технологических операций, который также приводит к снижению уплотняющего воздействия ходовыми системами трактора на почву.

Рассмотрим, как обеспечивают комбинированные широкозахватные агрегаты сокращение площади уплотнения поля. Площадь уплотнения поля зависит от ширины колеи, образованной ходовой частью трактора, ширины захвата агрегата и числа его проходов по полю, которое определяется как [2]:

$$n = CK/P_T, \quad (2)$$

где  $n$  - число проходов агрегата;  $C$  - ширина поля, м;  $K$  — удельное сопротивление сельскохозяйственных машин, кН/м;  $P_T$  - тяговое усилие трактора на крюке, кН.

Площадь уплотнения поверхности поля ходовыми системами трактора за один проход агрегата без учета уплотнения почвы ходовыми системами сельскохозяйственных машин и при холостом ходе на поворотных полосах вычисляется по формуле [2]:

а на всей площади поля

где  $S_0$  — площадь уплотнения поля за один проход агрегата,  $m^2$ ;  $S$  — площадь уплотнения всего поля,  $m^2$ ;  $L_0$  — длина поля, м;  $b$  — ширина движителя трактора, м;  $E$  — ширина поворотной полосы, м.

На поворотных полосах (п.п.) почва уплотняется при поворотах агрегата на холостом (х. х.) и рабочих (р. х.) ходах. Площадь уплотнения поворотной полосы составляет [2]:

$$S_0 = 2b(L_0 - 2E), \quad (3)$$

$$S = S_0 n = \frac{2bCK(L_0 - 2E)}{P_T}, \quad (4)$$

$$S_{п.п.} = S_{х.х.} + S_{р.х.} = (C/B - 1)2bl + 2blEC/B, \quad (5)$$

где  $l$  - длина одного поворота, м;  $B$  - ширина захвата агрегата, м.

Общая площадь уплотнения поля при выполнении одной операции [2]:

$$S_{общ} = \left( \frac{2bL_0C^2K(L_0 - 2E)}{[(L_0 - 2E)C + (C + B)l]P_T} + \left( \frac{C}{B} - 1 \right) 2bl + \frac{2blEC}{B} \right). \quad (6)$$

Из зависимости видно, что основными путями снижения площади уплотнения поля движителями трактора при заданных размерах поля является увеличение тягового усилия трактора, ширины захвата агрегата и уменьшение ширины движителя трактора. Отрицательной стороной последнего пути является чрезмерное уплотнение почвы.

Исходными данными для определения площади уплотнения поля являются его длина  $L_0$  и ширина  $C$ , тяговое усилие трактора  $P_T$ , ширина ходовой части движителя  $b$ , ширина захвата агрегата  $B$  и удельное сопротивление сельскохозяйственных машин  $K$ . На практике определение величины тягового усилия трактора  $P_T$  связано с большими трудностями, и поэтому для расчета площади уплотнения его удобно выразить через ширину захвата агрегата:  $P_T = BK$ , где  $B$  - ширина захвата агрегата, м.

Для нахождения величины удельного сопротивления сельскохозяйственных машин  $K$  можно воспользоваться следующей формулой [3]:

$$K = \frac{G_T \eta_{TP} (1 + \delta)}{q_e V_p a B} - \frac{9,8 G' f'}{a B} - \frac{9,8 G f}{a B} - \varepsilon V_p^2, \quad (7)$$

где  $G_T$  - количество топлива, расходуемое двигателем за одну секунду, кг/с;  $\eta_{TP}$  - КПД трансмиссии трактора;  $\delta$  - коэффициент буксования;  $q_e$  - эффективный удельный расход топлива двигателем, кг/Вт×с;  $V_p$  - рабочая скорость агрегата, м/с;  $a$  - глубина обработки, м;  $B$  - ширина захвата агрегата, м;  $G'$  - масса трактора, кг;  $f'$  - коэффициент качения трактора;  $G$  - масса агрегата, кг;  $f$  - коэффициент, аналогичный коэффициенту трения;  $\varepsilon$  - коэффициент, зависящий от формы рабочих органов и свойств почвы, Н×с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>.

Применение комбинированных широкозахватных агрегатов приводит к сокращению количества проходов  $n$  машинно-тракторного агрегата путем увеличения ширины захвата агрегата и совмещения нескольких операций. Тогда вместо  $n$  необходимых проходов машинно-тракторных агрегатов при выполнении технологических операций однооперационными машинами будет проводиться  $z$  операций, где  $z < n$ . Поэтому суммарная площадь уплотнения поля движителями трактора при применении комбинированных широкозахватных агрегатов будет тем ниже, чем большее количество технологических операций совмещает в себе комбинированный широкозахватный агрегат и чем больше ширина захвата агрегата. Однако не следует забывать о том, что увеличение ширины захвата агрегата требует увеличения тягового усилия трактора, т. е. использование трактора более высокого тягового класса с большей массой. Повышение массы машинно-тракторного агрегата может неблагоприятно сказаться на степени уплотняющего воздействия ходовых систем на почву. Поэтому осуществлять компоновку машинно-тракторных агрегатов и выбирать их режимы работы необходимо таким образом, чтобы обеспечивался допустимый уровень воздействия ходовых систем на почву.

### **Заключение**

Площадь уплотнения поля зависит от ширины колеи, образованной ходовой частью трактора, ширины захвата агрегата и числа его проходов по полю.

Более высокий уровень снижения уплотняющего воздействия достигается при использовании комбинированных широкозахватных агрегатов, которые обеспечивают как уменьшение площади покрытия ходовыми системами трактора поверхности поля, так и уменьшение числа проходов за время производства сельскохозяйственной культуры.

Использование комбинированных широкозахватных агрегатов позволяет не только сократить уплотняющее воздействие ходовых систем на почву, но и сократить сроки полевых работ, снизить эксплуатационные затраты.

### **Литература**

1. Кушнарев А. С. Роль комбинированных и широкозахватных машин и агрегатов в уменьшении уплотняющего воздействия на почву. Переуплотнение пахотных почв. М.: Наука, 1987.
2. Медведев В. В., Слободюк П. И., Пащенко В. Ф. Пути совершенствования организации и выполнения механизированных и полевых работ и маршрутизация движения МТА. Переуплотнение пахотных почв. М.: Наука, 1987.
3. Слободюк П. И., Пащенко В. Ф., Нугис Э. Ю. Прямые инструментальные наблюдения уплотнения и напряжения в почвенном профиле. Переуплотнение пахотных почв. М.: Наука, 1987.